

2000-137105

Attorney Reference 57732US005

(11) Patent Kokai [laid-open] Publication Number: Tokkai 2000-137105  
(P2000-137105)

(12) PATENT KOKAI PUBLICATION (A)

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(21) Patent Application Number: Hei 11 [1999]-324473

(22) Patent Application Date: Showa 61, November 20 (1986.11.20)

(31) Priority Declaration Number: 799869

(32) Priority Date: Showa 60, November 21 (1985.11.21)

(33) Country of Priority Declaration: United States of America (US)

(43) Patent Kokai Publication Date: Heisei 12, May 16 (2000.5.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	ID Codes	FI	Theme Code (Reference)
G 02 B 5/02		G 02 B 5/02	B
6/00	326	6/00	326
6/10		6/10	A

Number of Claims: 5 document (Total 5 pages [in Japanese original])  
Request Examination: Requested

(71) Assignee 591226519  
Minnesota Mining and Manufacturing Company  
3M center, St. Paul, Minnesota, USA (no lot number)

(72) Inventor  
Sanford Cobb.Jr [transliteration]  
3M Center, St. Paul, Minnesota, USA (no lot number)

(74) Agent 100095360  
Eiji KATAYAMA, patent agent (Includes one other.)

[Amendments: There are no amendments attached to this patent. Translator's note]

[Note: All names, addresses, company names, and brand names are translated in the most common manner. Japanese language does not have singular or plural words unless otherwise specified with numeral prefix or general plurality suffix. Translator's note]

(54) [TITLE OF THE INVENTION]

Thin and deformable film [Usui henkei kanou na film]

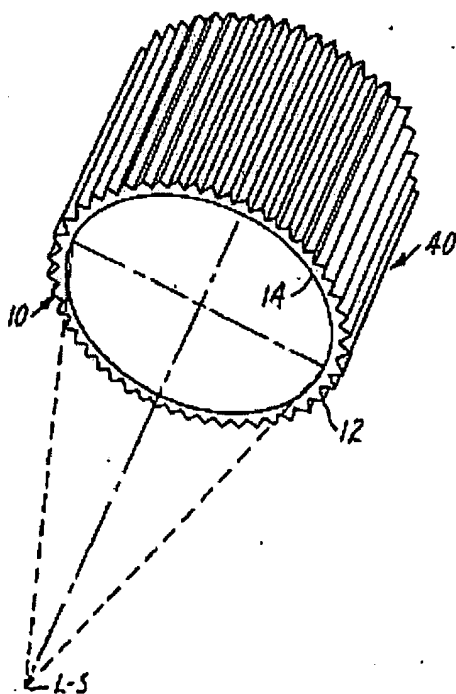
(57) [ABSTRACT]

[SUBJECTS]

It offers a beam guide tube that uses a thin deformable film made of transparent material of which one side has a structural plane that attain an inwardly total reflection to totally reflect beams that enter at certain angle within a range inward.

[MEANS OF SOLUTION]

A thin deformable film formed of a transparent polymer material that includes a structural plane on one side and a smooth plane on the other side opposite to said structural plane; and said structural plane includes linear arrangement of micro-prisms having almost right angled isosceles that are placed in a manner of a juxtaposition to form plural numbers of projections and grooves; and two right angled sides of said prism form approximately  $45^\circ$  against said smooth plane that is opposite side to said structural plane; and said smooth plane of the film is formed in a tubular form to become arc curve; and as beams that enter at certain angle within a range move, they are totally reflected inward.



[CLAIMS]

[CLAIM ITEM 1]

A beam guide tube is characterized by the fact that is of a thin deformable film having a structural plane on one side and a smooth plane on the other side that is opposite to said structural side, and said structural plane includes linear arrangement of micro-prisms having approximately right-angled isosceles and are placed in a manner of juxtaposition to form plural numbers of projections and grooves on said structural plane, and right-angled two sides of said prism form approximately  $45^{\circ}$  against said smooth plane that is opposite to said structural plane, and said film is formed in a tubular form of which said smooth plane would become a smooth arc curve, and as the beams that enter at certain angle within arrange move along the tube, they are totally reflected inward, and at the same time, said film has means to leak beams of adjusted quantity to allow certain portion of the beams that enter said guide tube can escape through the film without being totally reflected inward to provide said beam guide tube that works as an illumination device.

[CLAIM ITEM 2]

The beam guide tube described in the claim item 1, wherein the means to leak beams of adjusted quantity is structured by making the angles of prisms on the structural plane as not optically sharp.

[CLAIM IEM 3]

The beam guide tube described in the claim item 1, wherein the means to leak beams of adjusted quantity is structured by making right-angled two sides of the prism on the structural plane as not optically smooth.

[CLAIM ITEM 4]

The beam guide tube described in the claim item 1, wherein means to leak beams of adjusted quantity is structured by rounding the projections as  $r/p$  ratio in specified manner to allow leakage of beams of adjusted quantity; and  $r$  shows an approximate radius of the rounded projection, and  $p$  shows a gap of grooves.

[CLAIM ITEM 5]

The beam guide described in the claim item 1, wherein means to leak beams of adjusted quantity is structured by inclusion of beam diffusion particles in said transparent polymer material.

[DETAILED EXPLANATION OF THE INVENTION]

[0001]

[FIELDS OF INDUSTRIAL APPLICATION]

This invention relates to a beam guide tube that uses thin deformable film made of a transparent material and has a structural plane on one side and a smooth plane on the other side that is opposite to said structural plane, and its one local plane with combination of said plane is capable of totally reflecting beams inward.

[0002]

[PRIOR ART]

As it has been disclosed in, for instance, the USA patent 2,248,638, forming of a thin deformable film of which one side is made as a structural plane in order to polarize beams has been already known by the experts in said technical fields. Furthermore, a mirror has been used to reflect beams; and method of forming a mirror has been already known by the experts in said technical field as it has been disclosed in, for instance, USA patent 2,723,919. However, there is a limit to the use of mirror. Commercially sold mirrors show limited range of reflectivity of generally about 75% to about 95% range regardless of them being new or not; and a reflective cover becomes faded with elapse of time to reduce reflective efficiency.

[0003]

For instance, as it has been disclosed in the USA patents 2,175,067 and 4,260,220 of the same, principles of inward total reflection have been recognized by optical technical experts as the one that takes place of the mirror in a reflector or a flood light illumination equipment. That application can be found in various optical equipment and machineries such as Porro prism for certain type of binoculars, Amici Roof [transliteration] prism that is used for certain type of periscope, or Roof [transliteration] prism that is used for certain type of single-lens reflex camera. However, such device is enormously large and bulky.

[0004]

[SUBJECTS SOLVED BY THIS INVENTION]

This invention is made of a transparent material having a structural plane on one side that attains inward total reflection so the beams that enter at the angle within certain range can be inwardly and totally reflected; and it uses an improved thin and deformable film. Furthermore, as thus improved film does not need any sort of covers, it can maintain its efficiency over long period of time. Lastly, as the film being deformable, it can be shaped in various shapes and can be utilized in varieties of manner.

[0005]

[MEANS USED TO SOLVE THE SUBJECTS]

This invention relates to the thin deformable film formed of a transparent polymer material having a structural plane on one side and a smooth plane on the other side that is opposite to said structural plane; and it offers a film having of which said structural plane includes linear arrangement of micro-prisms having approximately right-angled isosceles micro-prisms that are placed in a juxtaposition manner to form plural numbers of projections and grooves; and when film is flat, right-angled two sides of said prisms form approximately 45° angle against said smooth plane that is opposite to said structural plane. Furthermore, this invention offers a beam guide tube that is designed to totally reflect the beams that enter at the angle within certain range and moves along the tube inwardly, and said film is formed in a tubular form so said smooth plane becomes smooth arc curve.

[0006]

[ACTIONS]

When said smooth plane becomes an arc, it is possible to maintain reflectivity, and the film can be used in various ways. For instance, when it is used as a trough due to its capability for deformation, it can be utilized as a solar energy concentration device.

[0007]

Particularly beneficial point of the film being deformable is that it is possible to form a guide tube of various cross sectional shapes or as optical tunnel through arrangement of prisms with right-angled isosceles in linear arrangement in parallel, orthogonal direction to the axial line of guide tube or by providing some angles. However, beams are totally reflected inward and are carried along the guide tube at first providing they are facing the correct direction to the guide tube. Furthermore, it is possible to adjust the actions of guide tube so it can work as an illumination device by allowing beams to leak at the adjusted quantity.

[0008]

[EXAMPLES]

This invention is explained in details below in reference with attached Figures showing elements corresponding with the same reference numbers. When Figure 1A and Figure 1B are referenced, the thin and deformable film that is used in this invention is designated with (10) in its entirety, and it has a structural plane on its one side and a smooth plane (14) on the other side that is opposite to said structural plane, and it is formed of a transparent polymer material. As illustrated in the Figure 2, incidental beams that strike either said plane (12) or (14) at the angle within certain range are totally reflected inward at the other plane. Regarding beams, when the beams that are refracted at the first plane strike the second plane at the angle that is higher than critical angle based on the normal line, they are totally reflected inwardly. This critical angle within the air is defined as an arc sine that is inversely proportional to the refractive index of said material. As illustrated in the Figure 3, fairly large portions of incidental lights that strike against said plane (12) or (14) at the angle that is out side of said range are transmitted, and remaining portions are reflected. That is to say, beams that enter said smooth plane (14) at set angle within a range based on its normal line are transmitted at narrow angle range from the structural plane (12); and in addition, the beams that enter the structural plane (12) with the angle range that is narrow based on the normal line of smooth plane (14) are transmitted at wider angle range from the smooth plane (14). In any situations, absorption of beams by said material is the level that is negligible.

[0009]

As illustrated in the Figure 2 and Figure 3, the structural plane (12) is formed with linear arrangement of micro-prisms (16) having approximately right-angled isosceles that are placed in a juxtaposition manner in mutually parallel direction to form plural numbers of projections and grooves (18) that extend in the lengthwise direction of the film (10). When the film is flat, right-angled side (20) forms angle alpha ( $\alpha$ ) that is about  $45^\circ$  against adjacent smooth plane (14). Furthermore, when film (10) is bent and its smooth plane (14) becomes a continued arc curve [form], said angle alpha ( $\alpha$ ) shows changes from  $45^\circ$  as illustrated in the Figure 4 and Figure 5. The side (20) bows due to either compression or tension of the film. It was found that these statuses do not provide a prominent affect on the performance of the film (10) in many applications.

[0010]

Although specific material that is used for the film (10) may be changed, and said material is generally deformable in the case of specific applications, it [material] is intended not to show a sufficient rigidity capable of self-standing. Regarding elasticity of the film (10), it is best when defined as that the smooth plane (14) can be curved in the manner of smooth and continued arc without showing noticeable discontinuity such as, for instance, twist, tear, or segmentation and the like. However, it is indispensable that said material is transparent, and preferably, shows a homogeneous isotropy. The polymer materials useful for this purpose include, for instance, commercially available acryl and polycarbonate showing 1.493 and 1.586 appellation of refractive index respectively. Regarding other useful polymers, polypropylene, polyurethane, polystyrene, or vinyl chloride and the like may be mentioned. As long as it offers the functions explained in this specification, thus selected specific polymer material is not critical to this invention. The manufacturer of this product generally make selection of the best commercially available polymer materials based on price, application, and manufacturing process. However, much attention has been paid to polycarbonate due to its high refractive index and excellent physical properties.

[0011]

There are several methods to continuously mass produce the film used in this invention; and these are included in this specification for purpose of reference, for instance, these are already known by the experts skilled in this art through, for instance, USA patents 3,689,346, the same 4,244,683, the same 4,576,850, and British patent GB2,2127,344A. Furthermore, conventional methods that mass produce rigid sheets include compression molding die casting, and calendar process. Specificity of the manufacturing method is not substantial to this invention, and it boils down to the issues of selection based on economy and utilization possibility.

[0012]

As performance or applicability of the film is dominated by its elasticity so the film (10) can be curved in various shapes such as, for instance, tubular form or cylindrical form; and thickness of the film is important to this invention. The Approximate value against diameter (D) of minimum cylindrical body that can cause specific film with thickness (T) to curve by measuring from the smooth plane (14) based on the bottom of groove (18) is determined by equation formula of  $D=T.C$ ; and (C) shows a constant relating to the coefficient of elasticity of the specific material. Size of prism (16) is very fine, and at the least 40 pieces of them are included per 2.5 cm; and when specified thickness of the film (10) is (T), smooth plane (14) can be curved to form a smooth continued arc curve while maintaining inwardly totally reflection. It was found that the acryl film having micro-size prisms to show constant (C) of about 200 that relates to this. For instance, the acryl film with 0.38 mm thickness having about 70 pieces of prisms per 2.5 cm shows minimum diameter of about 7.6 cm; and on the one hand, it shows sufficient elasticity to enable to easily curve to give a cylindrical body while maintaining a smooth continued arc-form plane without break [rupture]. Furthermore, when such film is curved as a cylindrical body with about 45.7 cm diameter, it displays sufficient rigidity and self-standing property to enable to maintain its shape simply. As explained above, said film can be utilized in varieties of ways while maintaining its reflectivity; and as instructed through the USA patent 4,260,220, it eliminates conventional requirement of strictly holding optical work plane in a flat shape.

[0013]

As illustrated in the Figure 1A, beams (A) that enter said smooth plane at certain angle (11) against normal line (N) based on the smooth plane (14) are refracted, and are totally reflected inwardly at the structural plane (12). The beams (A) and normal line (N) are both present on a plane that is perpendicular to the direction (p) where prisms (16) of linear arrangement on the structural plane (12). Beams (A) are totally reflected inwardly, and exit as certain reflected lights (A') to again the same in-plane. Similarly, it also shows separate beams (B) that enter smooth plane (14) with angle (12) at the plane that is not perpendicular to the direction (p). Incidental beams (B) are reflected inwardly, and exit as beams (B') at separate flat plane that is described by incidental lights (B) and prism direction (p).

[0014]

Several cases of various application and examples of use of the film (10) that is used in this invention are explained below. As illustrated in the Figure 6, regarding the film (10), it is possible to attach a parabola trough (30) made of hard and rigid material that supports said film (10) in order to form a concentration device of solar energy. As explained above, solar energy (S) that enter smooth plane (14) is totally reflected inwardly, and is concentrated and exits to the linear target (32)

[0015]

The revolutionary application method of the film (10) showing the most future is to form this in a tubular form beam guide tube (40); and to do so, smooth plane (14) becomes smooth continued arc curve as illustrated in the Figure 7. Furthermore, as illustrated in the Figure 4 and Figure 5, it is possible to form a structural plane (14) either on concave plane of the inside or on convex plane of the outer side of the guide tube (40). And therefore, as illustrated in the Figure 7, beams are guided to the guide tube (40) by light source (L-S), and prescribed portion of the beams are captured by inwardly reflection according to the size and position of the beams; and when prisms are positioned in parallel to the axial line of the guide tube (40), they exit from the other end.

[0016]

Performance of the guide tube (40) may be adjusted through addition of diffusion particles, or combining imperfect portions on, for instance, window or side part of the prism that is not optically smooth and/or optically dull angle or projection and the like; and as a result, guide tube (40) works as an illumination device of which beams are made to leak under control. In order to allow beams to leak in controlled manner, projections (17) that are generally made sharp as in a form of razor blade for purpose of beam transmission can be dulled, in other words, rounded as illustrated in the Figure 8. Leak percentage of beams against reflection becomes about  $r/p$ ; and (r) shows approximate radius of rounded projection (17') of the prism (16'), and (p) shows distance of grooves. As explained above, by varying the radius (r) of the projection (17'), it is possible to control beam leakage. It is preferable when this control is carried out without accompanying additional manufacturing or alteration work afterwards as in the case that requires special die or tools, and to carry this out by changing parameters during manufacturing processes. It was found that changes made on the parameters shown below to be effective and economical in order to carry out repeat and rounding work on the projections. They include (1) temperature of molding die, (2) pressure of molding die, (3) line speed, (4) temperature of tools, (5) quenching speed, or (6) amount of impurities added to the polymer and the like. When manufacturing method other than extrusion molding is used, different parameters may be applied.

[0017]

This invention's preferred examples are explained above to allow implementation of this invention's technology by expert skilled in this area; and these are merely examples and should not be used to limit the scope of this invention. Scope of this invention should be defined only by the claims.



[0018]

[EFFECTS OF THIS INVENTION]

Particularly beneficial point of the film being deformable includes possible formation of a guide tube or an optical tunnel with various shapes of cross section through arrangement of prisms with right-angled isosceles in linearly lined manner as parallel, orthogonal direction to the axial line of the guide tube, or by applying some angles. However, when beams are in the correct direction to the guide tube, they are totally and inwardly reflected along the guide tube for the first time, and also, they are transmitted. Furthermore, it is possible to adjust the work of guide tube to allow the guide tube to work as an illumination device by adjusting amount of leakage of the beams .

[BRIEF DESCRIPTION OF THE FIGURES]

[FIGURE 1 A]

It illustrates an enlarged diagonal view of the film used in this invention.

[FIGURE 1B]

It illustrates an enlarged diagonal view of the film used in this invention.

[FIGURE 2]

It illustrates a schematic end plane view of the film used in this invention.

[FIGURE 3]

It illustrates an inverted end plane view of the Figure 2.

[FIGURE 4]

It illustrates an enlarged view that is similar to that of the Figure 2 and shows the film that is curved as a smooth and continued arc curve.

[FIGURE 5]

It illustrates an enlarged view that is similar to that of the Figure 3, and shows the film that is curved as a smooth and continued arc curve.

[FIGURE 6]

It illustrates a diagonal view of a parabolic form solar energy concentrating trough using the film that is used in this invention.

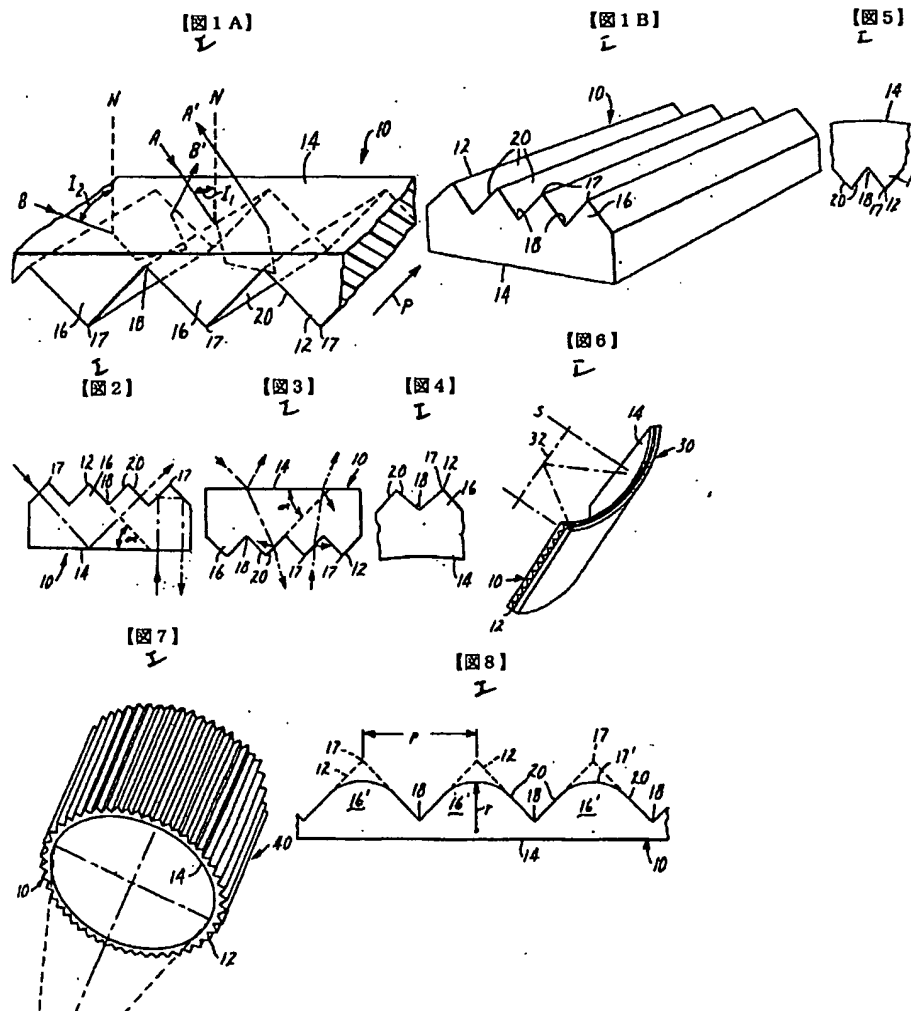
[FIGURE 7]

It illustrates a schematic end plane view of the film used in this invention of which projections are rounded to allow beam leakage.

[DESCRIPTION OF CODES]

10: film, 12: structural plane, 14: smooth plane, 16: prism, 17, 17': projection, 18: groove, 20: right-angled side, 40: guide tube, [I: Figure]

Figures 1 through 8



Translation by: Mie N. Arntson, 512-331-7167

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-137105  
(P2000-137105A)

(43) 公開日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 2 B 5/02		G 0 2 B 5/02	B
6/00	3 2 6	6/00	3 2 6
6/10		6/10	A

審査請求 有 請求項の数 5 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-324473  
 (62) 分割の表示 特願平9-113287の分割  
 (22) 出願日 昭和61年11月20日 (1986. 11. 20)  
 (31) 優先権主張番号 7 9 9 8 6 9  
 (32) 優先日 昭和60年11月21日 (1985. 11. 21)  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

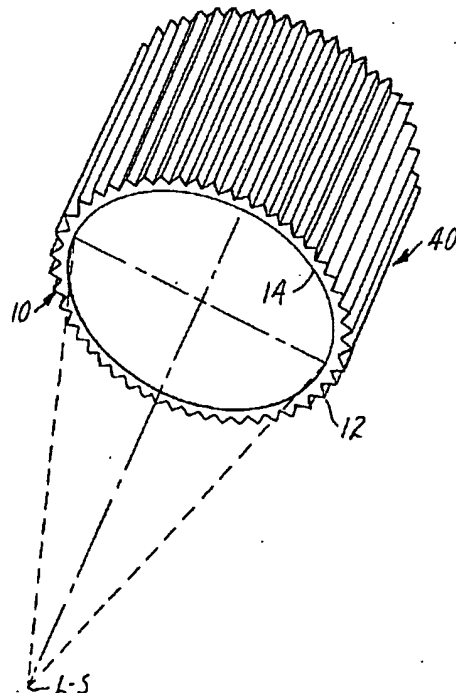
(71) 出願人 591226519  
 ミネソタ マイニング アンド マニユフ  
 ァクチュアリング コンパニー  
 アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポー  
 ル, 3 エム センター (番地なし)  
 (72) 発明者 サンフォード コブ, ジュニア  
 アメリカ合衆国 ミネソタ州 セント ポ  
 ー ル 3 エム センター (番地なし)  
 (74) 代理人 100095360  
 弁理士 片山 英二 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 薄い、変形可能なフィルム

(57) 【要約】

【課題】 ある角度範囲内で入射された光線が内方に全反射されるように内方全反射を達成する構造面を一方の側に有する透明材料から作られた薄い変形可能なフィルムを用いた光線導管を提供する。

【解決手段】 一方の側に構造面を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面を含み、透明の高分子材料で形成された薄い変形可能なフィルムであって、前記構造面が複数の突起と溝とを形成するために並置された、概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズムの直線配列を含み、前記プリズムの直角の二辺が前記構造面と反対側の前記滑らかな面に対して概ね45度の角度をなし、前記フィルムは前記滑らかな面が滑らかな円弧曲線となるように管状に形成されており、ある角度範囲内で入射される光線が管に沿って移動するにつれて内方へ全反射される。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の側に構造面を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面を含み、透明の高分子材料で形成された薄い変形可能なフィルムであって、前記構造面が複数の突起と溝とを形成するために並置された、概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズムの直線配列を含み、前記プリズムの直角の二辺が前記構造面と反対側の前記滑らかな面に対して概ね45度の角度をなし、前記フィルムは前記滑らかな面が滑らかな円弧曲線となるように管状に形成されており、ある角度範囲内で入射される光線が管に沿って移動するにつれて内方へ全反射されるようにするとともに、前記フィルムが調整した量の光線が漏れるようにする手段を有し、前記導管に入射される光線のある部分が内方へ全反射されることなくフィルムを通して逃げうようにして前記光線導管が照明装置として作用するようにしたことを特徴とする光線導管。

【請求項2】 請求項1に記載の光線導管において、調整した量の光線が漏れるようにする手段が構造面のプリズムの角が光学的に鋭くないことにより構成されていることを特徴とする光線導管。

【請求項3】 請求項1に記載の光線導管において、調整した量の光線が漏れるようにする手段が構造面のプリズムの直角の二辺が光学的に滑らかでないことにより構成されていることを特徴とする光線導管。

【請求項4】 請求項1に記載の光線導管において、調整した量の光線が漏れるようにする手段が、突起が $r/p$ 比によって規定される調整した量の光線の漏れを許容するように丸味がつけられ、 $r$ は丸味をつけた突起の概略半径であり、 $p$ は溝の間隔であることにより構成されていることを特徴とする光線導管。

【請求項5】 請求項1に記載の光線導管において、調整した量の光線が漏れるようにする手段が透明の高分子材料が光線拡散粒子を含むことにより構成されていることを特徴とする光線導管。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、透明材料から作られ、一方の側に構造面を、前記構造面と反対の他方の側に滑らかな面を有し、その一局面が前記面の組合せにより内方へ光線を全反射しうる薄い変形可能なフィルムを用いた光線導管に関する。

##### 【0002】

【従来技術】 例えば米国特許第2,248,638号に示されているように一方の側を光線を偏向させるために構造面とした薄い変形可能なフィルムを形成することは当該技術分野の専門家には周知のことである。さらに、光線を反射させるためにミラーが使用されてきたし、ミラーの作り方も、例えば米国特許第2,723,919号に記載されているように当該技術分野の専門家には周知である。しかしながら、ミラーの使用には限度があ

る。市販されているミラーはたとえそれが新品であったとしても、反射性は通常約75%から約95%の範囲であって限度があり、時間の経過と共に反射被覆が剥がれてきて、反射効率が低下する。

【0003】 例えば米国特許第2,175,067号および同第4,260,220号に示されているように、長年にわたり内方全反射の原理がレフレクタや投光照明設備に対してミラーに代わるものとして光学技術者により認識されてきた。その用途は、例えばある種の双眼鏡のポロプリズムとか、ある型式のペリスコープに用いられるアミーチループプリズムや、ある型式の一眼レフカメラに用いられるループプリズムのような各種の光学器械に見出しうる。しかしながら、そのような装置は巨大で、かつ嵩高い。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、ある角度範囲内で入射された光線が内方全反射されるように内方全反射を達成する構造面を一方の側に有する透明材料から作られ、改良された薄い変形可能なフィルムを用いる。さらに、改良フィルムは何ら被覆を必要としないので、長期にわたってその効率を維持することができる。最後に、フィルムが変形可能であるため、種々の形状に形成でき、かつ多様に利用できる。

##### 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、一方の側に構造面を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面を含み、透明の高分子材料で形成された薄い変形可能なフィルムであって、前記構造面が複数の突起と溝とを形成するために並置された、概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズムの直線配列を含み、フィルムが平坦であると、前記プリズムの直角の二辺が前記構造面と反対側の前記滑らかな面に対して概ね45度の角度をなすフィルムを提供する。本発明は、さらに、前記フィルムが前記滑らかな面が滑らかな円弧曲線となるように管状に形成されており、ある角度範囲内で入射される光線が管に沿って移動するにつれて内方へ全反射されるようにされた光線導管を提供する。

##### 【0006】

【作用】 滑らかな面が円弧となる場合に反射性を維持できるため、フィルムは多様に利用できる。例えば、フィルムが変形可能であるためトラフに用いた場合、太陽エネルギーの集中装置として利用できる。

【0007】 フィルムが変形可能であるために特に利点とされることは、直線配列の直角の二等辺をもつプリズムを、導管の軸線に対して平行、直交方向、あるいは何らかの角度をつけて配置させることにより色々な断面形状の導管あるいは光学トンネルに形成しうることである。しかしながら、光線が導管に適正に向いたとき光線は初めて導管に沿って内方に全反射され、かつ運ばれるのである。さらに、調整した量の光線が漏れるようにし

て導管が照明装置として作用しうるように導管の作用を調整することができる。

#### 【0008】

【実施例】本発明を、同じ参照番号が対応する要素を示す添付図面を参照して以下詳細に説明する。第1A図と第1B図を参照すると、本発明に用いる薄い変形可能なフィルムは全体的に10で指示され、一方の側に構造面12を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面14を有し、透明な高分子材料から構成されている。第2図に示すように、ある角度範囲内で前記面12または14のいずれかに当たる入射光線は、他方の面で内方へ全反射される。光線は、第1の面により屈折されたその光線が法線に関して臨界角以上のある角度で第2の面に当たるとき、内方へ全反射される。この空気中の臨界角は該材料の屈折率の逆比例のアークサインと定義される。第3図に示すように、前記の角度範囲の外で前記面12または14のいずれかに当たる入射光のかなりの部分は透過され、残りの部分は反射される。すなわち、滑らかな面14にその法線に対して一定の角度範囲をもって入射する光線は構造面12からより狭い角度範囲をもって透過され、また、滑らかな面14の法線に対して狭い角度範囲をもって構造面12に入射する光線は滑らかな面14からより広い角度範囲をもって透過される。いずれの状態においても、該材料による光線の吸収は無視しうる程度である。

【0009】構造面12は、第2図と第3図とに示すように、フィルム10の長さにおわたって延びる複数の突起17と溝18とを形成するために並行関係で並置した概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズム16を直線配列したものからなる。フィルムが平坦であると、直角の辺20は隣接する滑らかな面14に対して、約45度の角度 $\alpha$ を成す。さらに、フィルム10が曲げられ、滑らかな面14が連続した円弧曲線となると、前記角度 $\alpha$ は第4図と第5図に示すように、45度から変わる。辺20はフィルムの圧縮あるいは緊張のために湾曲する。これらの状態は、多くの用途においてフィルム10の性能に顕著な影響を与えないことが判明した。

【0010】フィルム10に使用する特定の材料は変わってもよいが、該材料は通常変形可能であるが、特定の用途においては自立するのに十分な剛性を有しないものが意図されている。フィルム10の弾性は、滑らかな面14が、例えば振れ、裂目、区切り等の目立った不連続性を有しない滑らかで連続した円弧となるように曲がり得るものと定義できれば最上である。しかしながら、該材料は透明で、好ましくは均質で等方性であることが不可欠である。この目的に対して有用な高分子材料は、例えば、それぞれ屈折率が1.493と1.586であるアクリルおよびポリカーボネートのように市販されている。その他の有用なポリマーとしては、ポリプロピレ

ン、ポリウレタン、ポリスチレン、塩ビ等である。本明細書で説明する機能を提供する限り、選択された特定の高分子材料は本発明にとっては重要ではない。通常この製品の製造者は、価格、用途および製造過程に基づき、最良の市販高分子材料を選択する。しかしながら、屈折率が高く、物性に優れるためポリカーボネートに特に関心が集っている。

【0011】本発明に用いるフィルムを連続大量生産する方法は数々あり、それらは、本明細書に参考のために含めた、例えば米国特許第3,689,346号、同第4,244,683号、同第4,576,850号および英国特願第GB2,2127,344A号のように当該分野の専門家には周知である。さらに、剛性シートを大量生産する従来の方法には、圧縮成形、鋳造、カレンダー加工を含む。本発明にとっては特定の製造方法は本質的ではなく、それは経済性と利用可能性とに基づく選択の問題である。

【0012】フィルムの性能や適用性は、フィルム10が例えばチューブ状即ち円筒状のように各種の形となるよう曲げうるようその弾力性によって左右されるので、フィルムの厚さは本発明にとって重要である。溝18の底に対して滑らかな面14から測定して厚さTを有する特定のフィルムを曲げうるようにする最小の円筒体の直径Dに対する近似値は等式 $D = T \cdot C$ により規定され、Cは特定材料の弾性係数に関連した常数である。プリズム16のサイズが微小で、2.5センチ当たり少なくとも40個であり、フィルム10の特定の厚さがTである場合、内方全反射を維持しながら滑らかな面14が滑らかな連続した円弧曲線となるように曲げることができる。微小な大きさサイズのプリズムを有するアクリルフィルムではそれに関連した約200の常数Cを有することが判明した。例えば、2.5センチ当たり約70個のプリズムを有する、厚さが0.38ミリのアクリルフィルムは、最小直径が約7.6センチであり、一方破断することなく滑らかな連続した円弧面を保持する円筒体となるよう容易に曲げることのできる十分な弾性を有する。さらに、そのようなフィルムは、直径が約45.7センチの円筒体に曲げられた場合、その形状を簡単に持続しうるのに十分な剛性と自立性とを有する。このように反射性を保ちうることによって、該フィルムを多様に利用できるようにし、かつ米国特許第4,260,220号が教示するように光学作用面を平坦形状にかたくなに保持すべしとの従来の要求を排除する。

【0013】第1A図に示すように、滑らかな面14に対する法線Nに対してある角度I1で前記滑らかな面に入射する光線Aは屈折され、構造面12において内方に全反射される。光線Aと法線Nとは双方共、構造面12の直線配列のプリズム16が位置する方向pに垂直な面内にある。光線Aは内方に全反射され、依然として同じ面内にある反射光A'として出てくる。同様に、方向p

に対して垂直でない面において、12の角度で滑らかな面14に入射する別の光線Bが示されている。入射光Bは内方に反射され、入射光Bとプリズムの方向pとによって画定される別の平面において光線B'として出てくる。

【0014】本発明に用いるフィルム10の各種の応用および使用例を数例以下説明する。例えば、フィルム10は、第6図に示すように、太陽エネルギーの集中装置を形成するために該フィルム10を支持する硬質剛性材料製のパラボラトラフ30に取付けることができる。このように、滑らかな面14に入射する太陽エネルギーSは内方へ全反射され、直線状の目標32に集中されて出てくる。

【0015】フィルム10の最も将来性があり、かつ画期的使用法は、それが管状の光線導管40に形成されることであって、そのため第7図に示すように、滑らかな面14が滑らかな連続した円弧曲線となる。さらに、第4図と第5図に示すように、導管40には、内側の凹面あるいは外側の凸面に構造面14を形成することができる。このため、第7図に示すように、光線は光源Sにより導管40に導かれ、光線の大きさと位置に応じて、光線の所定部分が内方反射によって捕捉され、プリズム16が導管40の軸線に対して平行に位置すると他端から出ていく。

【0016】導管40の性能は、拡散粒子を添加したり、あるいは、例えば窓ないしは光学的に滑らかでないプリズムの側部および（または）光学的に鋭くない角あるいは突起等のような不完全部分を組み入れることにより調整でき、そのため導管40は光線が制御されて漏れるようにして照明装置として作用する。制御された光線が漏れるようにするために、通常光線伝送のためカミソリ状に鋭くする突起17を第8図に示すように鈍く、即ち丸味をつければよい。反射に対する光線の漏れの比率は $r/p$ 程度となり、 $r$ はプリズム16'の丸くされた突起17'の概略半径で、 $p$ は溝の間隔である。このように、突起17'の半径 $r$ を変えることにより、光線の漏れを制御できる。この制御は、例えば付加的な、あるいは特殊なダイまたは工具を要するような、後での製造あるいは変更作業を伴うことなく、あるいは製造工程のパラメータを変えることにより行うことが好ましい。突起の繰り返しおよび丸味つけ作業を制御するには以下のパラメータを変えることが効果的かつ経済的であることが判明した。（1）成形型の温度、（2）成形型の圧力、（3）ライン速度、（4）工具の温度、（5）冷却速度、（6）ポリマーに添加する不純物の量、等である。押出成形以外の製造方法を採用すれば、別のパラメ

ータを適用すればよい。

【0017】当該分野の専門家が本発明の技術を実行できるように本発明の好適な実施例を説明してきたが、前記の説明は例示的なものであって、本発明の範囲を限定するために使用すべきでない。本発明の範囲は特許請求の範囲のみによって定義されるべきである。

【0018】

【発明の効果】フィルムが変形可能であるために特に利点とされることは、直線配列の直角の二等辺をもつプリズムを、導管の軸線に対して平行、直交方向、あるいは何らかの角度をつけて配置させることにより色々な断面形状の導管あるいは光学トンネルに形成しうることである。しかしながら、光線が導管に適正に向いたとき光線は初めて導管に沿って内方に全反射され、かつ運ばれるのである。さらに、調整した量の光線が漏れるようにして導管が照明装置として作用しうるように導管の作用を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1A】本発明に用いるフィルムの拡大斜視図である。

【図1B】本発明に用いるフィルムの拡大斜視図である。

【図2】本発明に用いるフィルムの概略端面図である。

【図3】図2の倒立端面図である。

【図4】フィルムが滑らかな連続した円弧曲線に曲げられた際のフィルムを示す、図2と類似の拡大した図である。

【図5】フィルムが滑らかな連続した円弧曲線に曲げられた際のフィルムを示す、図3と類似の拡大した図である。

【図6】本発明に用いるフィルムを用いた、パラボラ状太陽エネルギー集中トラフの斜視図である。

【図7】本発明のフィルムを用いた光線導管の斜視図である。

【図8】光線が漏れるように突起に丸味をつけた本発明に用いるフィルムの概略端面図である。

【符号の説明】

10…フィルム

12…構造面

14…滑らかな面

16…プリズム

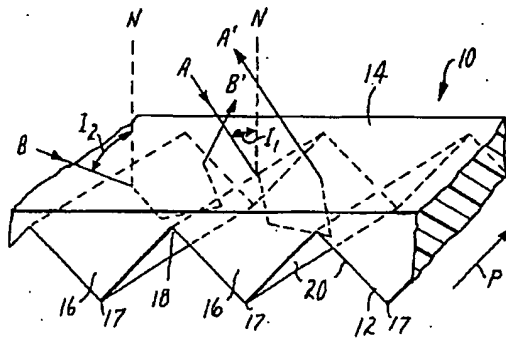
17、17'…突起

18…溝

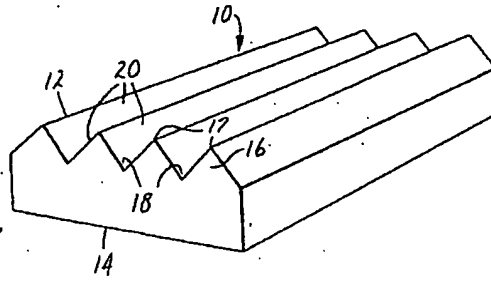
20…直角な辺

40…導管

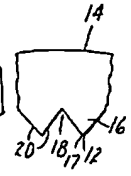
【図1A】



【図1B】

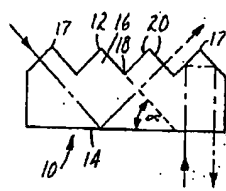


【図5】

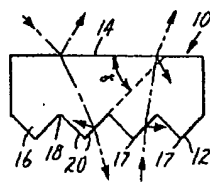


【図6】

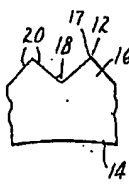
【図2】



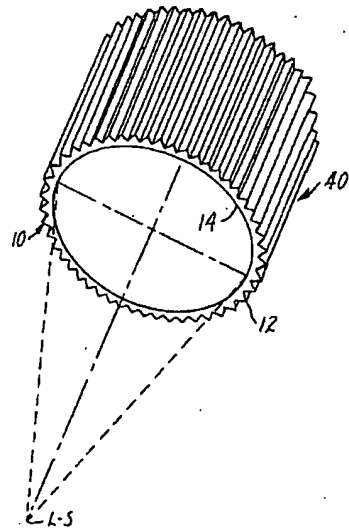
【図3】



【図4】



【図7】



【図8】

